

EXPRESS MAIL LABEL NO.: EV 171218264 US

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10, on the date indicated above, and is addressed to the Commissioner of Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

By   
DANIEL P. BURKE

Date: 7/16/03

PATENT

DOCKET NO.: 1650-6

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT : Dong-Hwan Kim  
SERIAL NO. : not yet assigned  
FILED : simultaneously herewith  
FOR : LONGITUDINAL MAGNETIC FIELD COMPACTING METHOD AND  
DEVICE FOR MANUFACTURING RARE EARTH MAGNETS

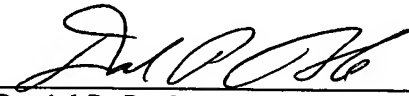
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant herewith claims the benefit of priority of his earlier-filed Korean patent application number 10-2003-0020869 under the International Convention in accordance with 35 U.S.C. 119. A certified copy of the aforesaid application is enclosed herewith, having the Application No. 10-2003-0020869, which bears the application date of April 2, 2003.

Respectfully submitted,

  
Daniel P. Burke  
Registration No. 30,735  
GALGANO & BURKE  
Attorneys for Applicant

300 Rabro Drive, Suite 135  
Hauppauge, NY 11788  
(631) 582-6161

Enclosure: Certified Copy of Korean Application

F:\G&B\1650\6\PRIORITY.wpd

(Translation)

**KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

**Application Number:** Patent Application No. 2003-20869

**Date of Application:** April 2, 2003

**Applicant(s):** JAHWA ELECTRONICS CO., LTD.

June 20, 2003

**COMMISSIONER /S/**

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0020869  
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 02일  
Date of Application APR 02, 2003

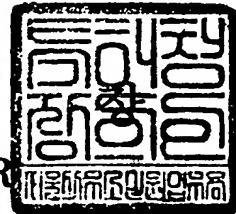
출원인 : 자화전자 주식회사  
Applicant(s) JAHWA ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      06      월      20      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.02
【국제특허분류】	H01F
【발명의 명칭】	희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	AXIAL PRESSING METHOD FOR IMPROVED MAGNETIC ALIGNMENT OF RARE EARTH MAGNET AND APPARATUS THEREOF
【출원인】	
【명칭】	자화전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-003386-5
【대리인】	
【성명】	연규철
【대리인코드】	9-1998-000347-2
【포괄위임등록번호】	2002-032731-9
【대리인】	
【성명】	서정옥
【대리인코드】	9-1999-000422-9
【포괄위임등록번호】	2002-032732-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김동환
【성명의 영문표기】	KIM,DONG-HWAN
【주민등록번호】	660317-1403017
【우편번호】	361-201
【주소】	충청북도 청주시 흥덕구 분평동 주은프레지던트아파트 912 동 1301호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정 에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 연규철 (인) 대리인 서정옥 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 1 면 1,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 6 항 301,000 원

【합계】 331,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 네오디뮴(Nd)계 희토류소결자석 제조공정 중에 희토류분말을 자장방향으로 배향하는 자장성형 공정에 있어 펄스자장에 의한 종축 성형방식을 이용함으로써, 자기특성이 우수한 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이 형상과, 코어레스 모터 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모터 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하는데 정자장 종축성형방식과는 달리 성형체의 형상이 최종제품의 형상과 동일하기 때문에 불필요한 가공비용이 없는 최소화한 제조비용으로 이루지는데 그 특징이 있다.

또한, 본 발명은 50~70 kOe의 고펄스자장으로 분말을 완전히 배열함과 동시에 종방향 성형을 실시할 수 있어 정자장 횡축 성형방식의 특성한계를 초과하는 42~50 MG0e까지의 고품성 희토류자석 제조를 가능하게 이루는데 있다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

희토류자석, Nd, 고이방화, 종축성형, 비자성 금속금형, 자성코일, 희토류분말, 펄스자장

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법 및 그 장치{AXIAL PRESSING METHOD FOR IMPROVED MAGNETIC ALIGNMENT OF RARE EARTH MAGNET AND APPARATUS THEREOF}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 고이방화 종축 성형장치를 설명하기 위해 개략적으로 보여주기 위한 실시 구성도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1,4 : 펀치

2 : 비자성 금속금형

3 : 자성코일부

10 : 고이방화 종축 성형장치

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<5> 본 발명은 HDD(Hard Disk Drive) 또는 DVD(Digital Versatile Disk) 등의 VCM(Voice Coil Motor)에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모타 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모타 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류 소결자석을 제조하기 위한 고이방화 종축 성형방법 및 그 장치에 관한 것으로,

<6> 좀 더 상세하게는 네오디뮴(Nd)계 희토류소결자석 제조공정 중에 희토류분말을 자장방향으로 배향하는 자장성형 공정에 있어 펄스자장에 의한 종축 성형방식을 이용함으

로써, 자기특성이 우수한 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이 (Butterfly) 형상과, 코어레스 모터 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모터 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하는데 정자장 종축성 형방식과는 달리 성형체의 형상이 최종제품의 형상과 동일하기 때문에 불필요한 가공비용이 없는 최소화한 제조비용으로 이루도록 하고, 50~70 kOe의 고펠스자장으로 분말을 완전히 배열함과 동시에 종방향 성형을 실시할 수 있어 정자장 횡축 성형방식의 특성을 계를 초과하는 42~50 MGOe까지의 고품성 희토류자석 제조를 가능하도록 하며, 이로 인해 전체적인 고이방화 종축 성형방법 및 장치에 대한 효율성을 향상시켜 이를 적용하여 실시하는 제조상의 만족도를 극대화하도록 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

<7> 일반적으로, HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모터 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모터 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 희토류 소결자석은 최대자기 에너지적이 40~48 MGOe 수준의 제품이 사용되고 있으며, 기술개발과 더불어 점차 더욱 우수한 수준의 자기특성이 요구되고 있는 실정이다.

<8> 이와 같이, 우수한 자기특성(최대자기 에너지적)이 얻어지기 위해서는 희토류 소결자석 제조공정 중에 희토류분말을 자장방향으로 배향하여 성형시키는 공정에 대한 개선이 필수적인데, 현재 널리 적용되고 있는 자장성형 방식에는 정자장 종축 성형방식과 정자장 횡축 성형방식이 있다.

<9> 즉, 상기 정자장 종축 성형은 2~6 $\mu$ m 크기로 분쇄된 희토류분말을 일정한 형상의 금속금형에 충전하고 10~20 kOe의 정자장을 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬(이방화

)한 후에, 자장과 평행한 방향으로 압력을 인가하면서 성형을 이루는 방식으로서, 이 자장성형 기술은 희토류분말을 정렬시키기 위하여 중간에 철심이 위치하고 주변에 코일을 감아서 제작한 전자석을 이용하여 발생시킨 정자장을 사용하기 때문에 자장의 세기를 30 kOe 이상으로 증가시키는데 한계가 있어, 이 정자장 종축 성형에 의해서는 일반적으로 89% 정도의 배향율을 갖는 자석이 얻어지고, 이방화율의 곱에 비례하는 최대자기 에너지 적은 42 MGOe 까지 얻어지기 때문에 비교적 낮은 특성의 자석이 제조되는 문제점이 있다.

<10> 또한, 상기 정자장 횡축 성형의 경우에는 종축 성형방식과는 달리 자장에 수직인 방향으로 압축성형을 이루는 방식으로서, 성형시 분말의 배향도를 93%까지 향상시켜 약 46 MGOe 까지의 자기특성을 구현할 수 있는 잇점이 있지만, 42 MGOe 이상의 우수한 자기 특성을 갖는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상으로 자장성형을 하는 것은 불가능하여 블럭(Block) 또는 아크 (Arc) 형상으로 성형 및 소결한 후에, 최종제품으로 가공을 하여야 하기 때문에 제조비용이 매우 높은 문제점이 있는 것이다.

<11> 따라서, 종래에 실시하고 있는 정자장 종축 성형방식과 정자장 횡축 성형방식은 어느 정도 효율성에 한계가 있어 이를 적용하여 실시하는 방식상의 만족도가 극소화되는 문제들이 항상 내포되어 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<12> 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술이 갖는 제반 문제점들을 해결하고자 창출된 것으로 다음과 같은 목적을 갖는다.

<13> 본 발명은 네오디뮴(Nd)계 희토류소결자석 제조공정 중에 희토류분말을 자장방향으로 배향하는 자장성형 공정에 있어 펄스자장에 의한 종축 성형방식을 이용함으로써, 자기특성이 우수한 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이 (Butterfly) 형상과, 코어레스 모타 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모타 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하는데 정자장 종축성형방식과는 달리 성형체의 형상이 최종제품의 형상과 동일하기 때문에 불필요한 가공비용이 없는 최소화한 제조비용으로 이루지는데 그 목적이 있다.

<14> 본 발명의 다른 목적은 50~70 kOe의 고펄스자장으로 분말을 완전히 배열함과 동시에 종방향 성형을 실시할 수 있어 정자장 횡축 성형방식의 특성한계를 초과하는 42~50 MGOe까지의 고틍성 희토류자석 제조를 가능하게 이루는데 있다.

<15> 본 발명의 또 다른 목적은 전체적인 고이방화 종축 성형방법 및 장치에 대한 효율성을 향상시켜 이를 적용하여 실시하는 제조상의 만족도를 극대화시키는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<16> 이하, 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 실시예를 구체적으로 살펴보기로 한다.

<17> 하기에 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

- <18> 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 설정된 용어들로서 이는 생산자의 의도 또는 관례에 따라 달라 질 수 있으므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- <19> 먼저, 본 발명은 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모터 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모터 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하기 위해서, 27~36wt%RE-59~73wt%Fe-0~5wt%TM-0~2wt%B(RE는 희토류원소를 나타낸 것이고, TM은 3d 전이금속을 나타낸 것임) 조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 혹은 칠몰드캐스팅방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트의 분쇄능을 향상시키기 위하여 상온에서부터 200℃ 범위내에서 수소처리를 한 후에 젯밀, 아트리타밀, 볼밀, 진동밀 등과 같은 분쇄방식을 이용하여 2~6 $\mu$ m 입도범위의 균일하고 미세한 분말로 제조한 다음 상기에서 제조된 분말을 펄스자장을 이용하여 희토류분말을 자장배향하고, 상기 펄스자장이 자성재질을 자장코일의 중심으로 끌어당기는 힘의 원리를 이용하여 자장성형하며, 상기의 자장성형에 의해 얻어진 성형체는 진공 또는 알콘 분위기의 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하여 자석을 제조하도록 이루어지는 것이다.
- <20> 상기의 합금인곳트로부터 2~6 $\mu$ m의 분말로 제조하는 공정은 산소가 오염되어 자기특성이 저하되는 것을 방지하기 위하여 질소 또는 불활성가스 분위기에서 수행하도록 이루어진다.
- <21> 상기의 분말에 대해 배향도를 향상시키기 위하여 2.0~4.0 g/cc범위에서 분말을 금속금형에 충전하도록 이루어진다.

- <22> 또한, 상기의 분말에 대해 배향도를 향상시키기 위하여 정렬자장을 30~70 kOe 범위에서 1~10회 교번하여 인가하도록 이루어진다.
- <23> 상기의 펄스자장을 30~70 kOe 범위에서 성형압력을 변화시키기 위하여 편치의 자성재질의 길이는 상기 분말의 충전깊이 대비 0~10배로 조절하도록 이루어진다.
- <24> 또한, 첨부도면 도 1에 도시된 바와 같이, 고이방화 종축 성형장치(10)는 분쇄된 회토류분말을 균일하게 충전시키는 일정한 형상을 갖는 비자성 금속금형(2)이 형성되되, 상기 비자성 금속금형(2)은 펄스자장을 수 차례 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬시키는 자장코일부(3)의 중심에 위치되고, 상기 비자성 금속금형(2)의 상부 및 하부에는 자성과 비자성재질로 구성되어 있는 편치(1)(4)가 밀착되어 형성되며, 상기 비자성 금속금형(2)의 하부에는 비자성체인 코아(7)가 형성되고, 상기 편치(4)의 하부에는 성형한 후에 편치(4)의 위치를 고정해주기 위한 완충스프링(5)이 형성되며, 상기 편치(1)의 상부에 설치된 에어실린더(6)와 상기 완충스프링(5)의 하부에 설치된 에어실린더(5a) 및 상기 비자성 금속금형(2)의 하단측에 설치된 에어실린더(6a)(6b)의 각각에는 에어를 공급하여 상기의 비자성 금속금형(2)을 움직이기 위한 에어콤프레서(8)가 연결되고, 상기 자성코일부(3)에는 자장전원을 공급하기 위한 자화기(9, Magnetizer)가 연결되어 이루어지는 것이다.
- <25> 이와 같이, 상기의 고이방화 종축 성형장치(10)에 대한 동작은 비자성 금속금형(2)을 자장코일부(3) 밖에 위치시켜 일정한 충전밀도가 되도록 회토류분말을 충전시킨 다음 상기에서 분말이 충전된 비자성 금속금형(2)을 자장코일부(3)의 중심으로 이동시키고, 이때 상기 자화기(9)와 자장코일부(3)을 이용하여 발생시킨 펄스자장에 의하여 정렬 및

성형을 연속적으로 혹은 동시에 이룬 다음에, 성형체를 자장코일부(3) 밖으로 취출하여 이루게 된다.

<26> 이때, 분말의 정렬과 성형압력은 발생하는 자장과 상, 하편치(1)(4)를 구성하고 있는 자성재질의 길이에 의하여 조절할 수가 있는 것이다.

<27> 상기의 구성으로 이루어진 본 발명은 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모타 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모타 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하기 위한 것이다.

<28> 즉, 27~36wt%RE(희토류원소), 59~73wt%Fe, 0~5wt%TM(3d 전이금속), 0~2wt%B로 이루어진 조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 혹은 칠몰드캐스팅방법에 의하여 합금인곳트로 제조한 다음 상기 합금인곳트의 분쇄능을 향상시키기 위하여 상온에서부터 200℃ 범위내에서 수소처리를 하게 된다.

<29> 이때, 상기에서 수소처리된 합금인곳트를 챗밀, 아트리티밀, 볼밀, 진동밀 등과 같은 분쇄방식을 이용하여 2~6 $\mu$ m 입도범위로 균일하고 미세한 분말로 제조하게 된다.

<30> 상기의 합금인곳트로부터 2~6 $\mu$ m의 분말로 제조하는 공정에서 질소 또는 불활성가스 분위기에서 수행하게 되면, 산소가 오염되어 자기특성이 저하되는 현상을 방지할 수가 있는 것이다.

<31> 이와 같이, 상기에서 제조된 분말을 펄스자장을 이용하여 희토류분말을 자장배향하고, 상기 펄스자장이 자성재질을 자장코일의 중심으로 끌어당기는 힘의 원리를 이용하여 자장성형시킨 후에 상기의 자장성형에 의해 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기의

1000~ 1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하게 되면 초소한의 제조비용으로 원하는 희토류자석을 제조할 수가 있는 것이다.

<32> 이에 대해서 구체적으로 살펴보면, 상기에서 분쇄된 희토류분말은 일정한 형상으로 이루어진 비자성 금속금형(2)에 균일하게 충전되어 자장코일부(3)의 중심에 위치하게 되고, 이때 상기 자장코일부(3)를 통해 수 차례 펄스자장을 인가하여 상기의 분말을 자장방향으로 정렬한 후에, 상기 비자성 금속금형(2)에 자성과 비자성재질로 구성되어 있는 펀치(1)(4)를 밀착하고 다시 펄스자장을 인가하면서 성형을 수행하는 것이다.

<33> 상기의 펀치(1)(4)를 구성하고 있는 재질 중에서 자성재질은 펄스자장 인가시 자장코일부(3)의 중심쪽으로 이동하려는 힘을 받기 때문에 별도의 기계식이나 유압식 힘이 부가되지 않아도 압축성형이 가능하게 되고, 상기의 설명한 바와 같이 펄스자장 종축 성형방법에 의하여 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기를 통해 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하게 되면 희토류자석이 제조되는 것이다.

<34> 상기에서 설명한 펄스자장 종축 성형방법에 의해 제조된 성형체의 배향도를 향상시키기 위해서는 정렬자장 인가시 분말의 배향이 최대화로 이루어져야 하고, 정렬자장을 제거하거나 성형과정에서 분말배향도의 틀어짐이 최대한으로 억제되는 조건을 만족하여야 한다.

<35> 상기의 펄스자장을 30~70 kOe 범위에서 성형압력을 변화시키기 위하여 펀치의 자성재질의 길이는 상기 분말의 충전깊이 대비 0~10배로 조절하도록 이루어진다.



- <36> 이에 대해, 본 발명은 분말의 배향도를 향상시키기 위해서 분말을 금속금형에 2.0~4.0 g/cc 범위에서 충전시키고, 정렬자장을 30~70 kOe 범위에서 펄스자장을 1~10회 교번하여 인가시키며, 성형밀도는 2.5~3.0g/cc에서 최적의 자기특성이 나타남으로 펄스자장의 세기를 증가시키거나 펄스자장의 교번회수를 증가시켜 이루어지게 되는 것이다.
- <37> 또한, 상기의 성형밀도를 변경시키기 위하여 펄스자장은 30~70 kOe범위에서, 편치의 자성재질은 분말의 충전깊이 대비 0~10배로 조절한 결과 3.0~4.0 g/cc의 성형밀도를 갖는 성형체의 제조가 가능하였다.
- <38> 결국, 본 발명인 펄스자장 종축 성형방법은 종래의 정자장 종축 성형방식 또는 정자장 횡축 성형방식보다 성능이 우수한 희토류자석을 제조할 수 있었고, 제조비용도 최소화하게 이를 수 있는 자장 성형방법인 것이다.
- <39> 본 발명에 대해 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해서 하기의 실시예들을 통해 설명하기로 한다.
- <40> [실시예 1]
- <41> 먼저, 32wt%RE-66wt%Fe-1wt%TM-1wt%B(RE는 희토류원소, TM은 3d 전이금속)조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트를 100℃에서 수소처리를 한 후에, 3.5 $\mu$ m 입도크기의 균일하고 미세한 분말로 제조하여 이루어진다.
- <42> 상기에서 분쇄된 희토류분말은 링형상의 비자성 금속금형(2)에 충전밀도를 2.0~4.0g/cc 범위에서 변경시키면서 균일하게 충전하여, 자장코일부(3)의 중심에 위치하게 하고, 이때 30 kOe의 펄스자장을 5회 동안 교번 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬한



후에, 30 kOe의 펄스자장을 인가하면서 성형을 수행한 다음 이와 같은 펄스자장 종축 성형방법에 의하여 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기를 통해 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하여 자석을 제조하였다.

<43> 이에 대한, 자기특성은 하기의 표 1에 나타낸 바와 같이, B-H loop tracer를 이용하여 최대자장 20 kOe까지 인가하면서 각각의 loop를 측정하여 얻은 결과인 것이다.

<44> 즉, 하기의 표 1은 상기의 조성의 비율로 이루어진 합금에서 펄스자장 종축성형시 충전밀도에 따른 자기특성의 변화를 나타낸 것이다.

<45> <표 1>

구 분	소결밀도 (g/cc)	전류자속밀도 (kG)	보자력 (kOe)	최대자기에너지적 (MGOe)
종래방식1 (정자장 종축성형)	7.59	12.1	18.0	31.5
종래방식2 (정자장 횡축성형)	7.59	13.1	17.7	42.0
펄스자장 종축성형 (충진밀도=2.0g/cc)	7.60	12.8	17.5	41.2
펄스자장 종축성형 (충진밀도=2.25g/cc)	7.61	13.0	16.8	42.0
펄스자장 종축성형 (충진밀도=2.5g/cc)	7.60	13.1	16.9	42.6
펄스자장 종축성형 (충진밀도=2.75g/cc)	7.61	13.1	16.8	43.0
펄스자장 종축성형 (충진밀도=3.0g/cc)	7.60	13.1	16.6	42.7
펄스자장 종축성형 (충진밀도=3.25g/cc)	7.59	12.9	17.1	41.9
펄스자장 종축성형 (충진밀도=3.5g/cc)	7.59	12.9	17.5	41.3
펄스자장 종축성형 (충진밀도=4.0g/cc)	7.60	12.0	17.7	31.1

<47> [실시예 2]

- <48> 먼저, 32wt%RE-66wt%Fe-1wt%TM-1wt%B(RE는 희토류원소, TM은 3d 전이금속)조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트를 100℃에서 수소처리를 한 후에, 3.5 $\mu$ m 입도크기의 균일하고 미세한 분말로 제조하여 이루어진다.
- <49> 상기에서 분쇄된 희토류분말은 링형상의 비자성 금속금형(2)에 충전밀도 2.75g/cc가 되도록 균일하게 충전하여, 자장코일부(3)의 중심에 위치하게 하고, 이때 30 kOe의 펄스자장을 1~10회 동안 교번 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬한 후에, 30 kOe의 펄스자장을 인가하면서 성형을 수행한 다음 이와 같은 펄스자장 종축 성형방법에 의하여 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기를 통해 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하여 자석으로 제조하였다.
- <50> 이에 대한, 자기특성은 하기의 표 2에 나타낸 바와 같이, B-H loop tracer를 이용하여 최대자장 20 kOe까지 인가하면서 각각의 loop를 측정하여 얻은 결과인 것이다.
- <51> 즉, 하기의 표 2는 상기 조성의 비율로 이루어진 합금에서 펄스자장 종축 성형시 펄스정렬 자장 교번회수에 따른 자기특성의 변화를 나타낸 것이다.

<52> <표 2>

구 분	소결밀도 (g/cc)	전류자속밀도 (kG)	보자력 (kOe)	최대자기에너지적 (MGOe)
펄스자장 종축성형 (펄스교번=1회)	7.60	12.9	17.0	41.9
펄스자장 종축성형 (펄스교번=3회)	7.60	13.0	16.6	42.5
펄스자장 종축성형 (펄스교번=5회)	7.61	13.1	16.8	43.0
펄스자장 종축성형 (펄스교번=7회)	7.61	13.2	16.8	43.5
펄스자장 종축성형 (펄스교번=10회)	7.60	13.2	16.6	43.4

<54> [실시예 3]

<55> 먼저, 32wt%RE-66wt%Fe-1wt%TM-1wt%B(RE는 희토류원소, TM은 3d 전이금속)조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트를 100℃에서 수소처리를 한 후에, 3.5 $\mu$ m 입도크기의 균일하고 미세한 분말로 제조하여 이루어진다.

<56> 상기에서 분쇄된 희토류분말은 링형상의 비자성 금속금형(2)에 충전밀도 2.75g/cc가 되도록 균일하게 충전하여, 자장코일부(3)의 중심에 위치하게 하고, 이때 30 kOe의 펄스자장을 7회 동안 교번 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬한 후에, 20~40 kOe의 범위에서 펄스자장을 변경시키고 펀치의 자성재질의 길이는 분말의 충전깊이 대비 0~10배로 조절하면서 성형을 수행하여 성형밀도 3.5~4.0g/cc의 성형체를 제조한 다음 펄스자장 종축 성형방법에 의하여 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기를 통해 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하여 자석을 제조하였다.

<57> 이에 대한, 자기특성은 하기의 표 3에 나타낸 바와 같이, B-H loop tracer를 이용하여 최대자장 20 kOe를 인가하면서 각각의 loop를 측정하여 얻은 결과인 것이다.

<58> 즉, 하기의 표 3은 상기 조성의 비율로 이루어진 합금에서 펄스 종축 성형시 성형 밀도 변화에 따른 자기특성의 변화를 나타낸 것이다.

<59> <표 3>



<60>

구 분	소결밀도 (g/cc)	전류자속밀도 (kG)	보자력 (kOe)	최대자기에너지적 (MGOe)
펄스자장 종축성형 (성형압력=3.5g/cc)	7.60	13.3	16.6	44.1
펄스자장 종축성형 (성형압력=3.6g/cc)	7.60	13.3	16.7	44.0
펄스자장 종축성형 (성형압력=3.7g/cc)	7.59	13.2	16.5	43.6
펄스자장 종축성형 (성형압력=3.8g/cc)	7.61	13.2	16.8	43.5
펄스자장 종축성형 (성형압력=4.0g/cc)	7.60	13.2	16.9	43.5

<61> [실시예 4]

<62> 먼저, 30wt%RE-66wt%Fe-1wt%TM-1wt%B(RE는 희토류원소, TM은 3d 전이금속)조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트를 100℃에서 수소처리를 한 후에, 3.5 $\mu$ m 입도크기의 균일하고 미세한 분말로 제조하여 이루어진다.

<63> 상기에서 분쇄된 희토류분말은 링형상의 비자성 금속금형(2)에 충전밀도 2.75g/cc가 되도록 균일하게 충전하여, 자장코일부(3)의 중심에 위치하게 하고, 이때 70 kOe의 펄스자장을 7회 동안 교번 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬한 후에, 30 kOe의 펄스자장을 인가하면서 성형을 수행한 다음 이와 같은 펄스자장 종축성형방법에 의하여 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기를 통해 1000~1100℃범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃범위에서 열처리하여 자석으로 제조하였다.

<64> 이에 대한, 자기특성은 하기의 표 4에 나타낸 바와 같이, B-H loop tracer를 이용하여 최대자장 20 kOe까지 인가하면서 각각의 loop를 측정하여 얻은 결과인 것이다.

<65> 즉, 하기의 표 4는 상기 조성의 비율로 이루어진 합금에서 펄스 종축 성형시 성분 변화에 따른 자기특성의 변화를 나타낸 것이다.

<66> <표 4>

구 분	소결밀도 (g/cc)	전류자속밀도 (kG)	보자력 (kOe)	최대자기에너지적 (MGOe)
정자장 종축성형	7.55	13.2	10.2	43.5
펄스자장 종축성형	7.55	14.2	9.5	50.1

<68> 마지막으로, 본 발명의 펄스자장 종축 성형방법 및 장치를 이용하여 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모타 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모타 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조할 수 있을 뿐만 아니라 다른 고성능 희토류소결자석을 제조할 수가 있는 것이다.

<69> 한편, 본 발명을 실시하고 있는 방법 및 장치를 이루는 구성에 있어 다양하게 변형될 수 있고 여러 가지 형태를 취할 수 있다.

<70> 하지만, 본 발명은 상기의 상세한 설명에서 언급되는 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

#### 【발명의 효과】

<71> 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 자기특성이 우수한 HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모타 등에 활용되는 디스크(Disk)

혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모타 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류 소결자석을 제조하는데 정자장 종축성형방식과는 달리 성형체의 형상이 최종제품의 형상과 동일하기 때문에 불필요한 가공비용이 없는 최소한의 제조비용으로 이루지는 효과와, 50~70 kOe의 고펄스자장으로 분말을 완전히 배열함과 동시에 종방향 성형을 실시할 수 있어 정자장 횡축 성형방식의 특성한계를 초과하는 42~50 MG0e까지의 고특성 희토류자석의 제조가 가능한 효과로 인해 전체적인 고이방화 종축 성형방법 및 장치에 대한 효율성이 향상되어 이를 적용하여 실시하는 제조상의 만족도가 극대화되는 등의 여러 효과를 동시에 거둘 수 있는 매우 유용한 발명임이 명백하다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

HDD 또는 DVD 등의 VCM에 활용되는 버터플라이(Butterfly) 형상과, 코어레스 모터 등에 활용되는 디스크(Disk) 혹은 코인(Coin) 형상 및 리니어 모터 등에 활용되는 블럭(Block) 형상의 고성능 희토류소결자석을 제조하기 위해서, 27~36wt%RE-59~73wt%Fe-0~5wt%TM-0~2wt%B 조성의 합금을 진공유도 가열방식으로 용해하여 스트립캐스팅 혹은 칠몰드캐스팅방법에 의하여 합금인곳트로 제조하고, 상기 합금인곳트의 분쇄능을 향상시키기 위하여 상온에서부터 200℃ 범위내에서 수소처리를 한 후에 젯밀, 아트리타밀, 볼밀, 진동밀 등과 같은 분쇄방식을 이용하여 2~6 $\mu$ m 입도범위의 균일하고 미세한 분말로 제조한 다음 상기에서 제조된 분말을 펄스자장을 이용하여 희토류분말을 자장배향하고, 상기 펄스자장이 자성재질을 자장코일의 중심으로 끌어당기는 힘의 원리를 이용하여 자장성형하며, 상기의 자장성형에 의해 얻어진 성형체는 진공 또는 알곤 분위기의 1000~1100℃ 범위에서 소결을 실시한 다음 400~900℃ 범위에서 열처리하여 자석을 제조하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법.

## 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기의 합금인곳트로부터 2~6 $\mu$ m의 분말로 제조하는 공정은 산소가 오염되어 자기 특성이 저하되는 것을 방지하기 위하여 질소 또는 불활성가스 분위기에서 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,

상기의 분말에 대해 배향도를 향상시키기 위하여 2.0~4.0 g/cc범위에서 분말을 금속금형에 충전하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기의 분말에 대해 배향도를 향상시키기 위하여 정렬자장을 30~70 kOe 범위에서 1~10회 교번하여 인가하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기의 펄스자장을 30~70 kOe 범위에서 성형압력을 변화시키기 위하여 펀치의 자성재질의 길이는 상기 분말의 충전깊이 대비 0~10배로 조절하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 희토류자석 제조의 고이방화 종축 성형방법.

**【청구항 6】**

분쇄된 희토류분말을 균일하게 충전시키는 일정한 형상을 갖는 비자성 금속금형(2)이 형성되되, 상기 비자성 금속금형(2)은 펄스자장을 수 차례 인가하여 분말을 자장방향으로 정렬시키는 자장코일부(3)의 중심에 위치되고, 상기 비자성 금속금형(2)의 상부 및 하부에는 자성과 비자성재질로 구성되어 있는 펀치(1)(4)가 밀착되어 형성되며,



상기 비자성 금속금형(2)의 하부에는 비자성체인 코아(7)가 형성되고, 상기 펀치(4)의 하부에는 성형한 후에 펀치(4)의 위치를 고정해주기 위한 완충스프링(5)이 형성되며,

상기 펀치(1)의 상부에 설치된 에어실린더(6)와 상기 완충스프링(5)의 하부에 설치된 에어실린더(5a) 및 상기 비자성 금속금형(2)의 하단측에 설치된 에어실린더(6a)(6b)의 각각에는 에어를 공급하여 상기의 비자성 금속금형(2)을 움직이기 위한 에어컴프레서(8)가 연결되고,

상기 자성코일부(3)에는 자장전원을 공급하기 위한 자화기(9)가 연결되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 회토류자석 제조의 고이방화 종축 성형장치.

